

# **PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA ICMA LTDA.**



**JUAN CAMILO GONZÁLEZ CASTRO  
NUBIA YURLEY BAUTISTA PEREZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
BOGOTÁ  
2010**

**PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA ICMA LTDA.**

**JUAN CAMILO GONZÁLEZ CASTRO  
NUBIA YURLEY BAUTISTA PEREZ**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO PRERREQUISITO PARA  
OBTENER EL TITULO DE INGENIERO MECÁNICO**

**DIRECTOR:  
ING. WILLIAM HUMBERTO GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
BOGOTA – 2010**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá, 8 de Febrero del 2010

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Libre por permitirnos  
el desarrollo integral y formarnos  
como profesionales.

Y por brindarnos los conocimientos  
necesarios para podernos desarrollar  
de una forma eficiente en el ámbito  
laboral.

Al Director del proyecto  
Ingeniero William González  
por su orientación y motivación  
en el desarrollo del proyecto

A la empresa ICMA Ltda.  
por permitirnos desarrollar  
el proyecto.

**JUAN CAMILO GONZÁLEZ CASTRO**

**NUBIA YURLEY BAUTISTA PEREZ**

## **CONTENIDO**

### **CAPITULO 0: ANTEPROYECTO**

	Pág.
<b>0. INTRODUCCIÓN</b>	14
<b>0.1 OBJETIVOS</b>	15
<b>0.1.1 OBJETIVO GENERAL</b>	15
<b>0.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	15
<b>0.2 JUSTIFICACIÓN</b>	16
<b>0.3 PROBLEMA</b>	17
<b>0.4 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO</b>	19
<b>0.5 MARCO DE REFERENCIA</b>	20
<b>0.5.1 MARCO TEORICO</b>	20

### **CAPITULO 1: DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

	Pág.
<b>1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANTENIMIENTO AL INICIO DEL PROYECTO</b>	35
<b>1.1 CONDICIONES DE LOS EQUIPOS AL COMIENZO DEL PROYECTO</b>	30

### **CAPITULO 2: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

	Pág.
<b>2. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	35
<b>2.1 HOJA DE VIDA DE TORNO PARALELO 1</b>	35
<b>2.2 HOJA DE VIDA DEL TALADRO FRESADOR</b>	39
<b>2.3 HOJA DE VIDA DE LA RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS</b>	43
<b>2.4 STOCK DE REPUESTOS</b>	47
<b>2.4.1 STOCK DE REPUESTOS SUGERIDO</b>	47
<b>2.5 ESTUDIO FINANCIERO</b>	48

<b>2.5.1</b>	<b>VALOR DEL STOCK DE REPUESTOS SUGERIDOS</b>	<b>48</b>
<b>2.5.2</b>	<b>VALOR DE REPUESTOS PARA REALIZAR EL PEDIDO SEGÚN LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>49</b>
<b>2.5.3</b>	<b>VALOR DEL STOCK SUGERIDO A DOS Y TRES AÑOS</b>	<b>50</b>
<b>2.5.4</b>	<b>VALOR DE REPUESTOS PARA REALIZAR EL PEDIDO SEGÚN LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO A 2 Y 3 AÑOS</b>	<b>50</b>
<b>2.5.5</b>	<b>FLUJO DE CAJA DE ICMA LTDA.</b>	<b>58</b>
<b>2.6</b>	<b>MANUAL DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b>	<b>59</b>
<b>2.7</b>	<b>ORGANIGRAMA DEL TALLER DE LA EMPRESA ICMA LTDA.</b>	<b>59</b>
<b>2.8</b>	<b>MANUAL DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL JEFE DE PLANTA</b>	<b>60</b>
<b>2.9</b>	<b>MANUAL DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL SUPERVISOR TECNICO</b>	<b>61</b>
<b>2.10</b>	<b>MANUAL DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS TECNICOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>62</b>
<b>2.11</b>	<b>MANUAL DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS OPERARIOS DEL TALLER</b>	<b>63</b>
<b>2.12</b>	<b>PROTOCOLO DE CONTINGENCIA PARA LA ACCION CORRECTIVA EN CASO DE PRESENTARSE UNA FALLA</b>	<b>64</b>
<b>2.12.1</b>	<b>FRACAS (FAILURE REPORTING, ANALYSIS AND CORRETIVE ACTION SYSTEM)</b>	<b>65</b>
<b>2.13</b>	<b>INDICADORES DE GESTIÓN</b>	<b>72</b>

### **CAPITULO 3: SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Pág.

<b>3</b>	<b>PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA ICMA LTDA</b>	<b>73</b>
----------	---	-----------

<b>3.1 OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL DE ICMA LTDA.</b>	<b>75</b>
<b>3.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA</b>	<b>76</b>
<b>3.2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	<b>76</b>
<b>3.2.2 ORGANIZACIÓN DE LA SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>79</b>
<b>3.2.2.1 RECURSOS PARA LA GESTIÓN DE LA SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>79</b>
<b>3.2.2.2 RESPONSABILIDAD DEL GERENTE</b>	<b>80</b>
<b>3.2.2.3 RESPONSABILIDAD DE JEFES Y EL SUPERVISOR</b>	<b>80</b>
<b>3.2.2.4 RESPONSABILIDAD DEL COORDINADOR DE SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>81</b>
<b>3.2.2.5 RESPONSABILIDAD DE LOS TRABAJADORES</b>	<b>82</b>
<b>3.2.2.6 DIRECCIÓN DEL PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>82</b>
<b>3.2.2.7 COMITÉ PARITARIO DE SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>82</b>
<b>3.3 SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	<b>84</b>
<b>3.3.1 ACCIDENTE DE TRABAJO</b>	<b>84</b>
<b>3.3.2 NO SE CONSIDERAN ACCIDENTES DE TRABAJO</b>	<b>84</b>
<b>3.3.3 ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN EL PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	<b>85</b>
<b>3.3.4 NIVELES DE RESPONSABILIDAD</b>	<b>85</b>
<b>3.3.5 PROTOCOLO DE EMERGENCIA EN CASO DE OCURRIR UN ACCIDENTE EN LA EMPRESA ICMA LTDA.</b>	<b>86</b>
<b>3.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO DE ICMA LTDA.</b>	<b>87</b>
<b>3.4.1 FACTORES DE RIESGO EN EL PROCESO DE MODELAMIENTO</b>	<b>88</b>
<b>3.4.2 FACTORES DE RIESGO EN EL PROCESO DE MECANIZADO</b>	<b>88</b>
<b>3.4.3 FACTORES DE RIESGO EN EL PROCESO DE ENSAMBLE Y AJUSTE</b>	<b>92</b>
<b>3.4.4 FACTORES DE RIESGO EN EL PROCESO DE DESMONTE PARA ACABADO</b>	<b>93</b>
<b>3.4.5 FACTORES DE RIESGO EN EL PROCESO DE ENSAMBLE Y ENTREGA</b>	<b>94</b>
<b>3.4.6 FACTORES DE RIESGO EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>95</b>
<b>3.5 CONTROL COLECTIVO DE RIESGOS EN LA EMPRESA</b>	<b>96</b>

<b>3.5.1</b>	<b>PROTECCION CONTRA INCENDIOS</b>	<b>96</b>
<b>3.5.2</b>	<b>CONTROL DE RIESGO ERGONOMICO</b>	<b>96</b>
<b>3.5.3</b>	<b>CONTROL DE RIESGO ELECTRICO</b>	<b>96</b>
<b>3.5.4</b>	<b>DEMARCACION DE LOS LUGARES DE TRABAJO</b>	<b>97</b>
<b>3.6</b>	<b>SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD RECOMENDADA</b>	<b>97</b>
<b>3.6.1</b>	<b>SEÑALES DE PREVENCIÓN (AMARILLAS)</b>	<b>98</b>
<b>3.6.2</b>	<b>SEÑALES DE OBLIGACIÓN (AZULES)</b>	<b>99</b>
<b>3.6.3</b>	<b>SEÑALES DE INFORMACIÓN (VERDES)</b>	<b>100</b>
<b>3.6.4</b>	<b>SEÑALES DE PROHIBICIÓN</b>	<b>101</b>
<b>3.6.5</b>	<b>SEÑALES DE EMERGENCIA</b>	<b>102</b>
<b>3.7</b>	<b>USO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL</b>	<b>103</b>
<b>3.7.1</b>	<b>RECOMENDACIÓN DE LOS RIESGOS Y MEDIOS DE CONTROL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y OCUPACIONALES DE LOS EQUIPOS DE ICMA LTDA.</b>	<b>104</b>
<b>3.8</b>	<b>PANORAMA DE FACTORES DE RIESGO</b>	<b>110</b>
<b>3.9</b>	<b>RECOMENDACIÓN DE LOS RESGUARDOS QUE DEBERIA TENER LA MAQUINARIA</b>	<b>117</b>
<b>3.10</b>	<b>RECOMENDACIONES SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO QUE GENERAN ACTOS INSEGUROS</b>	<b>120</b>
<b>3.10.1</b>	<b>RADIACIONES ULTRAVIOLETA Y LUMINOSAS</b>	<b>120</b>
<b>3.10.2</b>	<b>EXPOSICION A HUMOS Y GASES</b>	<b>121</b>
<b>3.10.3</b>	<b>MONTAJE CORRECTO DEL PUESTO DE TRABAJO</b>	<b>121</b>
<b>3.10.4</b>	<b>UTILIZACION SEGURA DEL MATERIAL AUXILIAR DE SOLDADURA</b>	<b>123</b>
<b>3.10.5</b>	<b>CRONOGRAMA DE INSPECCIÓN DE SEGURIDAD</b>	<b>124</b>



## **CAPITULO 4: COSTOS DEL PROYECTO**

	Pág.
4 COSTOS DEL PROYECTO	125

## **CAPITULO 5: CONCLUSIONES**

	Pág.
5 CONCLUSIONES	126

## **CAPITULO 6: BIBLIOGRAFIA**

	Pág.
6 BIBLIOGRAFIA	127

## **CAPITULO 7: ANEXOS**

	Pág.
7 ANEXOS	128

## **LISTA DE CUADROS**

	Pág.
<b>Cuadro 1:</b> Programación por Sistemas del Torno Paralelo 1	36
<b>Cuadro 2:</b> Intervenciones del Torno Paralelo 1	37
<b>Cuadro 3:</b> Costo Anual del Torno Paralelo 1	38
<b>Cuadro 4:</b> Programación por Sistemas del Taladro Fresador	40
<b>Cuadro 5:</b> Intervenciones del Taladro Fresador	41
<b>Cuadro 6:</b> Costo Anual del Taladro Fresador	42
<b>Cuadro 7:</b> Programación por Sistemas de la Rectificadora de Superficies Planas	44
<b>Cuadro 8:</b> Intervenciones de la Rectificadora de Superficies Planas	45

<b>Cuadro 9:</b> Costo Anual de la rectificadora de Superficies Planas	46
<b>Cuadro 10:</b> Stock del Repuestos Sugerido	47
<b>Cuadro 11:</b> Valor del Stock de Repuestos Sugerido	48
<b>Cuadro 12:</b> Valor de Repuestos de la Programación de Mantenimiento	49
<b>Cuadro 13:</b> Flujo de Caja ICMA Ltda.	58
<b>Cuadro 14:</b> Torno Paralelo acción 1	65
<b>Cuadro 15:</b> Torno Paralelo acción 2	66
<b>Cuadro 16:</b> Fresadora acción 1	67
<b>Cuadro 17:</b> Rectificadora de Superficies Planas acción 1	68
<b>Cuadro 18:</b> Rectificadora de Superficies Planas acción 2	69
<b>Cuadro 19:</b> Tronzadora de disco acción 1	70
<b>Cuadro 20:</b> Esmeril acción 1	71
<b>Cuadro 21:</b> # Correctivos al Mes	72
<b>Cuadro 22:</b> Horas Hombre en Acciones Correctivas al Mes	73
<b>Cuadro 23:</b> Horas Hombre en Acciones Preventivas al Mes	74
<b>Cuadro 24:</b> Tiempos Fuera de Servicio al Mes	75
<b>Cuadro 25:</b> Disponibilidad de los Equipos	76
<b>Cuadro 26:</b> Costo en Acciones Correctivas al Mes	77
<b>Cuadro 27:</b> Costo en Acciones Preventivas al Mes	78
<b>Cuadro 28:</b> Comité Paritario de Salud Ocupacional (COPASO)	83
<b>Cuadro 29:</b> Escala de Valoración para factores de Riesgo	87
<b>Cuadro 30:</b> Riesgos y Medios de Control del Torno	104
<b>Cuadro 31:</b> Riesgos y Medios de Control de la Fresadora	104
<b>Cuadro 32:</b> Riesgos y Medios de Control del Taladro Fresador	105
<b>Cuadro 33:</b> Riesgos y Medios de Control de la Rotosfera	106
<b>Cuadro 34:</b> Riesgos y Medios de Control del Equipo de Soldadura	106

<b>Cuadro 35:</b> Riesgos y Medios de Control de Rectificadora de Superficies planas	107
<b>Cuadro 36:</b> Riesgos y Medios de Control del Compresor de Aire	107
<b>Cuadro 37:</b> Riesgos y Medios de Control del Taladro Columna	108
<b>Cuadro 38:</b> Riesgos y Medios de Control de la Tronzadora de Disco	108
<b>Cuadro 39:</b> Riesgos y Medios de Control del Esmeril	109
<b>Cuadro 40:</b> Riesgos y Medios de la Prensa Hidráulica	109
<b>Cuadro 41:</b> Panorama de Factores de Riesgo	110
<b>Cuadro 42:</b> Protección de Maquinaria	118

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1:</b> Grafica de la Evolución del Mantenimiento	18
<b>Figura 2:</b> Principios del Mantenimiento	19
<b>Figura 3:</b> Curva del Deterioro de los Equipos	25
<b>Figura 4:</b> Curva Genérica de la Vida Útil (La Bañera)	25
<b>Figura 5:</b> Torno Paralelo 1	29
<b>Figura 6:</b> Taladro Fresador	32
<b>Figura 7:</b> Rectificadora de Superficies Planas	35
<b>Figura 8:</b> Organigrama del Taller	39
<b>Figura 9:</b> Organigrama de la Empresa	58
<b>Figura 10:</b> Señales de Prevención o Advertencia	78
<b>Figura 11:</b> Señales de Obligación	79
<b>Figura 12:</b> Señales de Información	80
<b>Figura 13:</b> Señales de Prohibición	81
<b>Figura 14:</b> Señales Contra Incendios	82
<b>Figura 15:</b> Mampara de separación	99
<b>Figura 16:</b> Sistema de Extracción	100
<b>Figura 17:</b> Carcasa Protectora de los Bornes	101
<b>Figura 18:</b> Sistema de Protección de Cables Situados Sobre el Suelo en Zona de Paso	101

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo A:</b> HOJA DE VIDA TORNO PARALELO 2	128
<b>Anexo B:</b> HOJA DE VIDA TORNO PARALELO 3	131
<b>Anexo C:</b> HOJA DE VIDA TORNO PARALELO 4	134
<b>Anexo D:</b> HOJA DE VIDA FRESADORA	137
<b>Anexo E:</b> HOJA DE VIDA ROTOSFERA	140
<b>Anexo F:</b> HOJA DE VIDA EQUIPO DE SOLDADURA	143
<b>Anexo G:</b> HOJA DE VIDA COMPRESOR DE AIRE	146
<b>Anexo H:</b> HOJA DE VIDA TALADRO COLUMNA	149
<b>Anexo I:</b> HOJA DE VIDA TRONZADORA DE DISCO	152
<b>Anexo J:</b> HOJA DE VIDA ESMERIL	155
<b>Anexo K:</b> HOJA DE VIDA PRENSA HIDRAULICA	158
<b>Anexo L:</b> CRONOGRAMA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES DE TRABAJO	161
<b>Anexo M:</b> PLANO DE UBICACIÓN DE LAS SEÑALES COLECTIVAS	165